

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-196180

(43)Date of publication of application : 10.07.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/32

(21)Application number : 2000-395902

(71)Applicant : NIPPON SHEET GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.2000

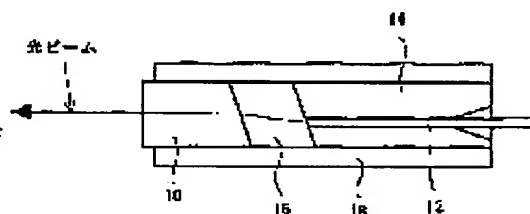
(72)Inventor : OYAMA IKUTO
FUKUZAWA TAKASHI
KAI SEIJI

(54) OPTICAL FIBER COLLIMATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain a parallel beam over a long distance, to realize low insertion loss and to make a beam diameter small.

SOLUTION: An optical fiber collimator is constituted, by arranging lens 10 and an optical fiber chip 14, which holds an end of an optical fiber 12 and which has an obliquely worked end face with a certain interval. Then, the optical axis of the optical fiber is made eccentric to the center of the lens, and the eccentricity is set so that the center of the lens roughly coincides with that of an optical beam, made incident on the lens. The type of lens is may be an inexpensive spherical lens or a rod lens of a distributed refractive index type, for example. If the rod lens of this type is used, it is obliquely worked in its face opposing the optical fiber chip.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-196180

(P2002-196180A)

(43) 公開日 平成14年7月10日 (2002.7.10)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 6/32

識別記号

F I

G 0 2 B 6/32

テーマコード(参考)

2 H 0 3 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-395902 (P2000-395902)

(22) 出願日 平成12年12月26日 (2000.12.26)

(71) 出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

(72) 発明者 大山 郁人

大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

日本板硝子株式会社内

(72) 発明者 福澤 隆

大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

日本板硝子株式会社内

(74) 代理人 100078961

弁理士 茂見 穰

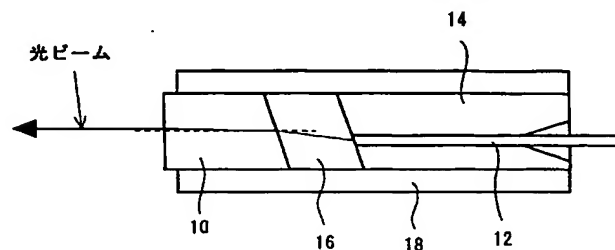
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバコリメータ

(57) 【要約】

【課題】 平行光を長い距離にわたって維持でき、低挿入損失で、しかも細径化できるようにする。

【解決手段】 レンズ10と、光ファイバ12の端部を保持し端面が斜め加工されている光ファイバチップ14とを、間隔をあけて配置した光ファイバコリメータである。ここで、レンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、レンズの中心と、該レンズに入射する光ビームの中心がほぼ一致するように偏心量を設定する。レンズの種類は任意であり、安価な球レンズでもよいし、屈折率分布型ロッドレンズなどでもよい。屈折率分布型ロッドレンズを用いる場合には、その光ファイバチップとの対向面が斜め加工されているものを用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レンズと、光ファイバの端部を保持し端面が斜め加工されている光ファイバチップとを、間隔をあけて配置した光ファイバコリメータにおいて、レンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、レンズの中心と、該レンズに入射する光ファイバからの光ビームの中心とがほぼ一致するように偏心量を設定したことを特徴とする光ファイバコリメータ。

【請求項 2】 レンズと、光ファイバの端部を保持し端面が斜め加工されている光ファイバチップとを、間隔をあけて配置した光ファイバコリメータにおいて、レンズは、その光ファイバチップとの対向面が斜め加工されている屈折率分布型ロッドレンズであり、該ロッドレンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、ロッドレンズの中心と、該ロッドレンズに入射する光ファイバからの光ビームの中心とがほぼ一致するように偏心量を設定したことを特徴とする光ファイバコリメータ。

【請求項 3】 光ファイバチップの偏心した位置に光ファイバ挿入孔を形成し、該光ファイバ挿入孔に光ファイバを挿入して保持し、レンズの中心と光ファイバチップの中心が一致するように筒状部材内に組み込まれている請求項 1 又は 2 記載の光ファイバコリメータ。

【請求項 4】 光ファイバチップの中心に光ファイバ挿入孔を形成し、該光ファイバ挿入孔に光ファイバを挿入して保持し、レンズ用の保持孔と光ファイバチップ用の保持孔とが軸ずれした状態で形成されている筒状部材を用い、それらの保持孔にそれぞれレンズと光ファイバチップを挿入して固定することにより、レンズの中心に対して光ファイバチップが偏心するように筒状部材内に組み込まれている請求項 1 又は 2 記載の光ファイバコリメータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レンズと光ファイバを組み合わせ、光ファイバからの出射光を平行ビームにしたり、平行ビームを集光して光ファイバに入射させる光ファイバコリメータに関するものである。この光ファイバコリメータは、例えば各種の光機能素子に平行ビームを通す構造の光デバイスなど、特に長い距離にわたって平行光の状態を維持する必要がある場合に有用である。

【0002】

【従来の技術】光通信分野においては、2 個の光ファイバコリメータを距離を隔てて対向配置し、それらの間に光機能素子を設置して、該光機能素子に平行光を通す構成の光デバイスが用いられている。光機能素子の構造により、長い距離にわたって平行光を維持する必要がある場合、ビーム径を大きくする必要があるために、長焦点距離のレンズを使用するのが一般的である。

【0003】また、このように光の空間伝播を利用する

光デバイスでは、反射戻り光を抑制するために、光ファイバの端面を傾斜面にすることは常識と考えられており、殆どの場合、斜め研磨加工する処置がとられている。

【0004】光ファイバコリメータに使用するレンズの種類には特に制限はないが、屈折率分布型ロッドレンズは、円柱形状であるために、光ファイバを保持している光ファイバチップと組み合わせやすい。ロッドレンズの中心軸と光ファイバの光軸を一致させる配置をとるのが容易だからである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】光ファイバからの出射光は、端面が斜め加工された光ファイバと空間との屈折率差のために光軸に対して角度をもって出射するため、レンズへ入射する光ビームの中心がレンズ中心からずれる。そのため、有効径の大きなレンズを使用する必要があり、光ファイバコリメータの外径も大きくなる欠点が生じる。細径レンズでは、光ビームのけられや収差損失の発生で挿入損失が増大するからである。

【0006】本発明の目的は、平行光を長い距離にわたって維持でき、低挿入損失で、しかも細径化でき、レンズの有効径を効率よく使用できる光ファイバコリメータを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、レンズと、光ファイバの端部を保持し端面が斜め加工されている光ファイバチップとを、間隔をあけて配置した光ファイバコリメータである。ここで本発明では、レンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、レンズの中心と、該レンズに入射する光ビームの中心とがほぼ一致するように偏心量を設定するように構成されている。

【0008】レンズの種類は任意であり、安価な球レンズでもよいし、屈折率分布型ロッドレンズなどでもよい。屈折率分布型ロッドレンズを用いる場合には、その光ファイバチップとの対向面が斜め加工されているものを用い、光ファイバチップの傾斜端面とほぼ平行（完全に平行である必要はない）となるような関係に設定するのがよい。そして、ロッドレンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、ロッドレンズの中心と、該ロッドレンズに入射する光ファイバからの光ビームの中心とがほぼ一致するように偏心量を設定する。

【0009】本発明の典型的な例としては、光ファイバチップの偏心した位置に光ファイバ挿入孔を形成し、該光ファイバ挿入孔に光ファイバを挿入して保持し、レンズの中心と光ファイバチップの中心をほぼ一致させて筒状部材内に組み込む構成がある。あるいは、光ファイバチップの中心に光ファイバ挿入孔を形成し、該光ファイバ挿入孔に光ファイバを挿入して保持し、レンズ用の保持孔と光ファイバチップ用の保持孔とが軸ずれした状態で形成されている筒状部材を用い、それらの保持孔にそ

れぞれレンズと光ファイバチップを挿入して固定することにより、レンズの中心に対して光ファイバチップが偏心するように筒状部材内に組み込む構成でもよい。

【0010】

【実施例】図1は本発明に係る光ファイバコリメータの一実施例を示す断面図であり、図2はその外観斜視図である。光ファイバコリメータは、長焦点距離の屈折率分布型ロッドレンズ10と、光ファイバ12の一端部を保持している光ファイバチップ14とを、間隔をあけて配置した構成である。ここでは、ロッドレンズ10と光ファイバチップ14は同一外径の円柱状であり、それらが挿入可能な断面円形で一端から他端までストレートな空洞16を有する筒状部材18の内部に、前記ロッドレンズ10と光ファイバチップ14を挿入して接着固定した構造である。ロッドレンズと光ファイバチップの外径が異なる場合には、それらが挿入可能な空洞を両端から同軸上に形成した筒状部材を用いればよい。

【0011】反射戻り光を抑制するために、光ファイバ12の端面は斜め面とする。ここでは、光ファイバ12を保持している光ファイバチップ14の端面を斜め研磨加工することで、光ファイバ12も一緒に斜め研磨加工されている（一般に、この斜め角度は8度程度に設定される）。それに対してロッドレンズ10は、その光ファイバチップ14との対向面が斜め研磨加工されている。ここでは光ファイバチップとは若干異なる角度（例えば、6度程度）に設定している。

【0012】本実施例では、光ファイバ12を中心軸から偏心させた位置で保持する光ファイバチップ14を用いている。光ファイバチップ14の中心軸から所定の距離だけ所定の方向に偏心した位置に貫通穴を形成し、該貫通穴の後端面の拡開部分から光ファイバを挿入して接着剤などで固定した後、前記のように前端面を斜め研磨加工することで作製する。このような光ファイバチップ14を筒状部材18に挿入することによって、ロッドレンズ10の中心に対して光ファイバ12の光軸を偏心させる。その偏心量は、ロッドレンズ10の中心と、該ロッドレンズ10に入射する光ファイバからの光ビームの中心がほぼ一致するように設定する。

【0013】なお、ロッドレンズ10の両端面及び光ファイバチップ14（光ファイバ12も含めて）の端面には、従来同様、無反射コート（ARコート）を施しておく。

【0014】前記のように光ファイバチップ14の端面は斜め加工され、且つ空間とガラスとで屈折率が異なるために、光ファイバ端面からの出射光は、ロッドレンズ10の中心軸（又は光ファイバ12の光軸）に対して一定の角度を持つ。また、長焦点距離レンズを使用した場合には、光ファイバ端面とロッドレンズ端面の間隔は長くなる。このためロッドレンズ10の中心軸と光ファイバ12の光軸を一致させるように配置すると、光ファイ

バ12から出射する光ビームの中心はロッドレンズ10の中心から大きくずれてしまう。そこで本発明では、光ファイバ12の光軸の位置を中心軸から偏心させた光ファイバチップ14を用い、光ファイバ端面で屈折した光ビームが丁度ロッドレンズ端面の中心に入射するように予め偏心量を計算して軸をずらすように設計する。

【0015】ロッドレンズ10の端面の斜め面の角度は、ロッドレンズ内を通過する光ビームがほぼ直進と見なせる程度で、且つ反射戻り光の影響を考慮して出射光が中心軸に対して僅かに角度をもつように定める。このことにより、光ビームがロッドレンズの有効径内を通過し、光ビームのケラレや収差損失を抑制することができ、低挿入損失を実現できる。

【0016】次に、挿入損失に及ぼす偏心量の影響を実測した結果について説明する。測定系を図3に示す。単一モード光ファイバ22を光ファイバチップ24に挿入して固定し、端面の斜め角度を8度に加工した。屈折率分布型ロッドレンズ20としては、開口角18度、レンズ長0.1ピッチ、入射側端面（光ファイバチップ対向面）の斜め角度6度のものを用いた。コリメートした光をミラー26で反射させ、入射光に対する損失を求めた。なお、ロッドレンズ-光ファイバ間距離は2.65mm（一定）に設定した。

【0017】作動距離（レンズ間距離）Lを150mmとし、光ファイバチップ24をY軸方向に移動させたとき、その移動距離と挿入損失の関係を図4に示す。Y軸方向移動量=0の時（即ち、ロッドレンズの中心軸と光ファイバの光軸が一致している時）、挿入損失は約0.6dBであるが、Y軸方向へ移動させるにしたがって挿入損失は低下し、Y軸方向移動量が100μm以上になると、挿入損失は0.3dB以下にまで低下することが分かる。

【0018】また、Y軸方向移動量=133μmに固定し、作動距離Lを変化させて挿入損失を求めた。図5に示すように、挿入損失は、作動距離L=170mm程度で最小となることが分かる。この挿入損失が最小になる作動距離Lの値は、ロッドレンズのピッチを変えることにより、所望の値に設定できる。

【0019】上記の結果は、シミュレーションによっても裏付けられた。ここで、ロッドレンズの屈折率分布を、最も簡略化して次式で表すものとする。

$$n(r)^2 = n_0^2 \{1 - (g \cdot r)^2\}$$

但し、

$n(r)$: 中心軸からの距離 r の位置での屈折率

n_0 : 中心軸上での屈折率

g : 2次の屈折率分布係数

【0020】この式を用いて、ロッドレンズの中心軸に対する光ファイバの偏心量（Y軸方向移動量）とロッドレンズ出射端面における光ビーム中心位置（ロッドレンズ中心軸からのずれ量） r_2 とロッドレンズ出射端面に

おけるビームの角度 θ_4 を計算した。各部材及び光線の角度と位置の規定の仕方を図6に示す。シミュレーションに用いた光学パラメータは次の通りである。

ロッドレンズの有効半径 $r_0 = 360 \mu\text{m}$

ロッドレンズの中心屈折率 $n_0 = 1.5902$

2次の屈折率分布係数 $g = 0.322 \text{mm}^{-1}$

ロッドレンズ長 $Z = 0.12 \text{P} = 2.324 \text{mm}$ (但し、 $\text{P} (= 2\pi/g)$ はロッドレンズのピッチ(周期長)である)

ロッドレンズ開口角 $= 12$ 度

ロッドレンズ端面の斜め角度 $\theta_2 = 6$ 度

光ファイバの屈折率 $= 1.46$

光ファイバの斜め角度 $\theta_1 = 8$ 度

ロッドレンズ-光ファイバ間距離 $D = 2.079 \text{mm}$

【0021】計算結果を図7に示す。図7から、ロッドレンズの出射端面上の光線中心位置(ロッドレンズ中心軸からの偏心量) r_2 がほぼ0で、且つロッドレンズの出射端面上の光線角度 θ_4 も小さいY軸方向移動量は、およそ $130 \mu\text{m}$ であることが分かる。

【0022】ロッドレンズ端面と光ファイバ端面の斜め角度を決める方法について、更に詳しく説明する。本発明の光ファイバコリメータにおいて、考慮すべき反射戻り光には2種類ある。第1は、光ファイバから出射した光が何らかの反射によって光ファイバに再入射する場合である。この場合は、ロッドレンズの両端面と光ファイバコリメータ外の何らかの反射面からの反射光が問題になる。まず、ロッドレンズの入射側端面を斜め面にすれば、この面からの反射光が戻ることは避けられる。またロッドレンズから出射する平行ビームがロッドレンズの中心軸に対して僅かでも傾斜するようにロッドレンズを設計すれば、ロッドレンズの出射側端面からの反射光が戻るのも避けられる。外部からの反射光が全く同じ経路を辿って戻ることも考えられるが、そのようなケースは極めて稀である。第2は、外部の光学素子から発せられた光がこの光ファイバコリメータで反射され外部光学素子に戻る場合である。外部から入射して光ファイバに結合する光は、ロッドレンズ端面に僅かに斜めに入射するので、ロッドレンズの外表面での反射光が戻るのは避けられる。更に光ファイバ端面を斜め面(例えば8度)としてあれば、この面での反射光が戻るのも避けられる。

【0023】以上のことから、図6に示す光ファイバ端面の斜め角度 θ_1 とロッドレンズ端面の斜め角度 θ_2 の間には特に関係はなく、一致していてもよいし、異なってもよい。また、それぞれの角度の絶対値にも特に制限はない。勿論、あまり大きな角度は加工上難しいので、通常はいずれも4度〜8度程度に設定する。

【0024】上記より、設計としては、斜め角度 θ_1 、 θ_2 とレンズパラメータ(光線マトリックス)を与え、光ファイバの光軸の位置を、ロッドレンズの出射端面上の光線角度(光ビーム傾斜角) θ_4 が ± 0.5 度以内

で、ロッドレンズの出射端面上の光線中心位置(ロッドレンズ中心軸からの偏心量) r_2 が最小になるように決めることになる。ロッドレンズと光ファイバの端面間の距離 D もパラメータであるが、実際の組み立てでは、この距離は調整することになる。

【0025】図8は本発明に係る光ファイバコリメータの他の実施例を示す断面図である。前記実施例と同様、光ファイバコリメータは、長焦点距離の屈折率分布型ロッドレンズ30と、光ファイバ32の一端部を保持している光ファイバチップ34とを、間隔をあけて配設したものである。ロッドレンズ30と光ファイバチップ34は同一外径の円柱状であってもよいし、異なる外径であってもよい。

【0026】光ファイバチップ34の端面は、光ファイバ32と一緒に斜め(斜め角度は8度程度)研磨加工されており、ロッドレンズ30の光ファイバチップとの対向面も斜め(例えば、斜め角度が6度程度)に斜め研磨加工されている。ここで用いる光ファイバチップ34は、従来同様、その中心軸に光ファイバ32を位置させたものである。ロッドレンズ30及び光ファイバチップ34を保持する筒状部材38は、ロッドレンズ30が挿入可能な断面円形の空洞を一端側から形成し、光ファイバチップ34が挿入可能な断面円形の空洞を他端側から形成して、貫通した状態であるが、一方の空洞の中心軸と他方の空洞の中心軸が所定の偏心量だけずれた構造である。この筒状部材38に、ロッドレンズ30と光ファイバチップ34を挿入し接着固定する。これによって、ロッドレンズ30の中心に対して光ファイバ32の光軸を所定の量だけ偏心させ、ロッドレンズ30の中心と、該ロッドレンズに入射する光ファイバ32からの光ビームの中心とがほぼ一致するようにしている。

【0027】上記の実施例ではレンズとして屈折率分布型ロッドレンズを用いているが、本発明は球レンズや凸レンズなど均質レンズにも適用できる。均質レンズでも周辺部は収差が大きく特性がよくないためである。但し、屈折率分布型ロッドレンズの方が細径化でき、光ファイバと組み合わせ易い利点がある。

【0028】

【発明の効果】本発明は上記のように、レンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、レンズの中心と、該レンズに入射する光ファイバからの光ビームの中心とをほぼ一致させた光ファイバコリメータであるから、偏心量を最適に設定するだけで平行光を長い距離にわたって維持できるため、あらゆる長焦点距離レンズに対応でき、且つ光ビームのけられや収差損失の発生を抑えて低挿入損失化を実現でき、レンズの有効径の範囲を効率的に使用できる。

【0029】本発明によれば、有効径の小さな細径の屈折率分布型ロッドレンズでも使用でき、そのため光ファイバコリメータの外径を小さくできる。また光ビームを

ロッドレンズのほぼ中心軸に沿って通し、レンズ出射面上の光線の位置がほぼレンズ面の中心にくるように、且つレンズ出射面上の光線の角度がほぼ0度になるようにでき、それによって2個の光ファイバコリメータを対向配置したときに互いの位置ずれを小さくでき、光デバイスの細径化、あるいは小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

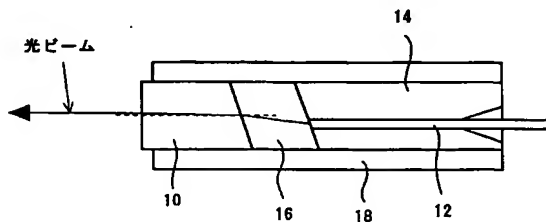
【図1】本発明に係る光ファイバコリメータの一実施例を示す断面図。

【図2】その外観斜視図。

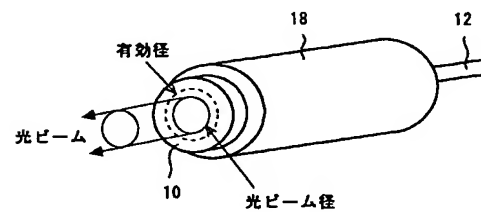
【図3】測定系の説明図。

【図4】Y軸方向移動量に対する挿入損失の関係の測定結果を示すグラフ。

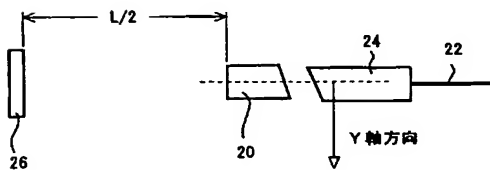
【図1】



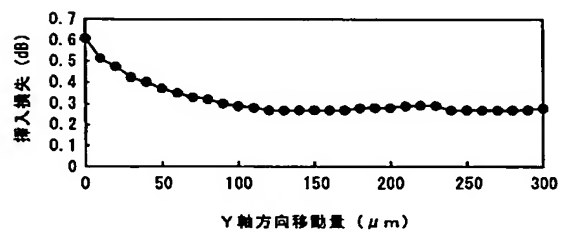
【図2】



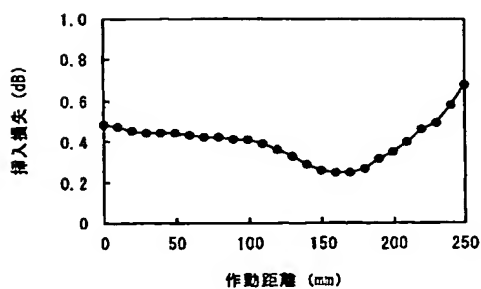
【図3】



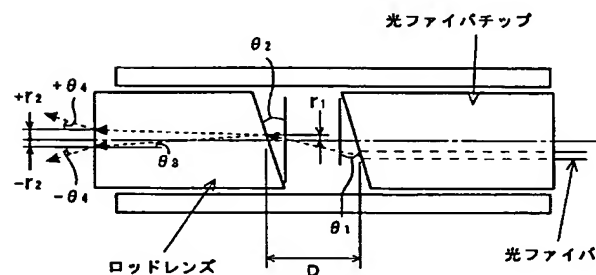
【図4】



【図5】



【図6】



【図5】作動距離（レンズ間隔）に対する挿入損失の関係の測定結果を示すグラフ。

【図6】各部材及び光線の角度と位置の規定の仕方を示す説明図。

【図7】シミュレーション結果を示すグラフ。

【図8】本発明に係る光ファイバコリメータの他の実施例を示す断面図。

【符号の説明】

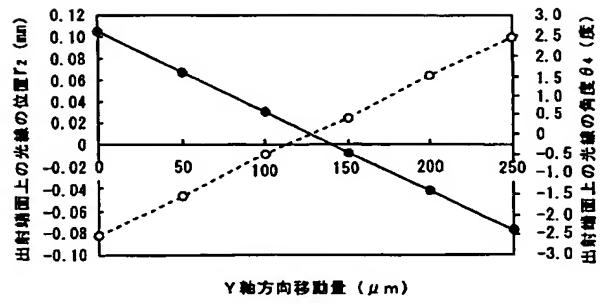
10 ロッドレンズ

10 12 光ファイバ

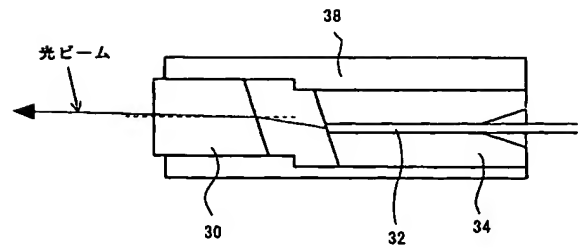
14 光ファイバチップ

18 筒状部材

【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 甲斐 誠二
大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号
日本板硝子株式会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA32 CA10 CA16 DA04
DA05 DA15 DA17